

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-326328  
(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.CI.

H01L 27/04  
H01L 21/822  
H01Q 1/40

(21)Application number : 2000-142852

(71)Applicant : NEW JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 16.05.2000

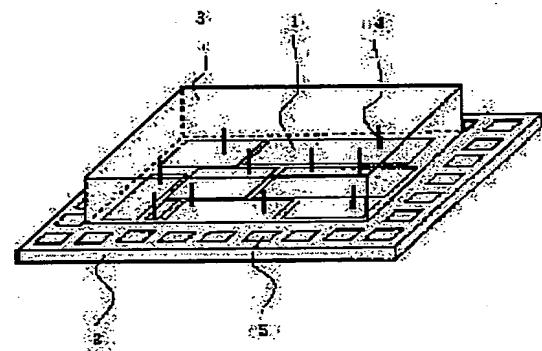
(72)Inventor : SATO MASAAKI  
SHIRAKATA TORU

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor device which can perform the signal transmission by the electromagnetic waves not subjected to actual restriction, without causing wiring delay, and its manufacturing method.

**SOLUTION:** This semiconductor device is equipped with an antenna connected to the wiring metal of a functional block including a functional element or a plurality of functional elements made on a semiconductor substrate, and performs the signal transmission of the functional element or the functional block by transmitting or receiving, with an antenna, the electromagnetic waves where information is superposed, and a dielectric film at least equivalent to the length of an antenna is made on the above semiconductor substrate where the wiring metal of the functional element or the functional block is made, and a hole reaching the wiring metal is made in this dielectric film. After this, this hole is charged with metal to form an antenna. Another dielectric film is made on the antenna and the dielectric film thereby completing a semiconductor device.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-326328

(P2001-326328A)

(43)公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

(51)Int.Cl.

H 01 L 27/04  
21/822  
H 01 Q 1/40

識別記号

F I

H 01 Q 1/40  
H 01 L 27/04

テーマコード(参考)  
5 F 0 3 8  
L 5 J 0 4 6  
U  
A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-142852(P2000-142852)

(22)出願日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(71)出願人 000191238

新日本無線株式会社

東京都中央区日本橋横山町3番10号

(72)発明者 佐藤 政明

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内

(72)発明者 白方 徹

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内

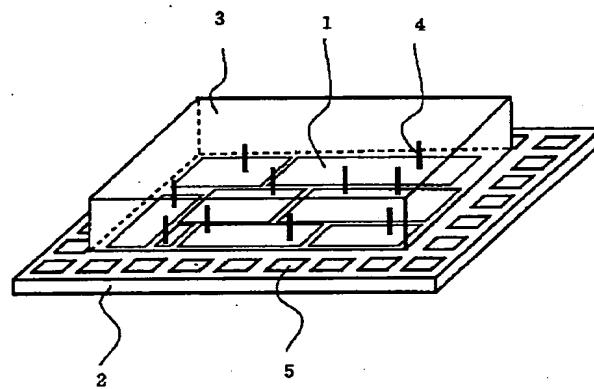
F ターム(参考) 5F038 CD06 CD09 CD20 DF11 EZ20  
5J046 AA07 AA09 AA19 AB13 PA06

(54)【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 配線遅延を起こさず、実装の制限を受けない電磁波による信号伝送を行うことができる半導体装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体基体上に形成された機能素子あるいは複数の機能素子を含む機能ブロックの配線金属に接続したアンテナを備え、情報を重畳した電磁波をアンテナで送信あるいは受信することにより、機能素子あるいは機能ブロックの信号送信を行なう半導体装置であって、機能素子あるいは機能ブロックの配線金属が形成された前記半導体基体上に、少なくともアンテナの長さに相当する誘電体膜を形成し、この誘電体膜中に、配線金属に達する孔を形成する。その後、この孔内に金属を充填し、アンテナを形成する。アンテナ及び誘電体膜上に、別の誘電体膜を形成し、半導体装置を完成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機能素子あるいは複数の機能素子を含む機能ブロックが形成された半導体基体上に、電磁波の伝送媒体となる誘電体と、該誘電体内に配置され、前記機能素子あるいは前記機能ブロックの配線金属に接続したアンテナとを備え、情報を重複した電磁波を前記アンテナで送信あるいは受信することにより、前記機能素子あるいは前記機能ブロックの信号伝送を行うことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置において、前記電磁波により伝送される信号は、デジタル回路のクロック信号であることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項1記載の半導体装置において、前記信号伝送は、多重化した信号を伝送することを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 半導体基体上に形成された機能素子あるいは複数の機能素子を含む機能ブロックの配線金属に接続したアンテナを備え、情報を重複した電磁波を前記アンテナで送信あるいは受信することにより、前記機能素子あるいは前記機能ブロックの信号送信を行なう半導体装置の製造方法において、

前記機能素子あるいは前記機能ブロックの配線金属が形成された前記半導体基体上に、少なくとも前記アンテナの長さに相当する厚さの誘電体膜を形成する工程と、該誘電体膜中に、前記配線金属に達する孔を形成する工程と、

該孔内に金属を充填し、前記配線金属に接続するアンテナを形成する工程と、

該アンテナ及び前記誘電体膜上に、別の誘電体膜を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置及びその製造方法に関し、特に信号伝送を無線で行なうことができる半導体装置及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の半導体装置では、複数の機能素子(能動素子、受動素子)間や、特定の機能を有する機能ブロック間の信号伝送は、金属膜を加工して半導体基板上に形成された配線金属を通じて行われていた。また、複数の半導体装置を実装基板に実装する場合も、半導体装置間の信号伝送は、実装基板上に金属膜を加工して形成された配線金属を通じて行われていた。

【0003】 しかしながらこのような配線金属は、配線間や半導体基板との間に容量を持ち、また配線の導電率が有限であるため、いわゆる配線遅延が生じてしまう。たとえば、クロック周波数が1GHzを越えるようなマイクロプロセッサでは、クロック信号を配線金属内を伝送させると、配線遅延のためにタイミングがずれてしま

うという問題が発生する。特に、高いデバイス性能と、素子の微細化にともなう動作周波数の高周波数化が要求される場合には、この配線遅延は非常に大きな問題となっている。

【0004】 このような配線遅延の問題を解消するため、信号伝送をマイクロストリップ線路やコブレーナ線路などの伝送線路によって行なう方法も試みられており、5GHz程度のクロック信号まで対応できるという報告もある。しかし伝送線路は、接地に使う配線層と伝送線が対になった構造が必要で、他の配線との干渉を減らすために配線を近づけられず、多層に形成する必要があり、かつ占有面積が大きくなるという欠点があった。更に周波数が上がると、損失を減らすため厚い配線金属と誘電体層が必要となり、ますます面積を必要とし、デバイスの高密度化の妨げとなっていた。

【0005】 また、半導体装置の集積化が進み、機能が増すに伴い、伝送量と伝送スピードが飛躍的に増加し、並列でデータを伝送するためには、配線数が飛躍的に増え、配線の多層化がますます必要となり、半導体装置のコストを上昇させる要因となっている。

【0006】 そのため配線金属をなくして、信号伝送に電磁波や光を用いる方法も提案されている。しかし従来提案されている方法は、伝送媒体として空気を用いる方法であり、実装時に電磁波や光が通り抜けられる空間を、チップ上に確保する必要があった。しかしこのような構造では、通常の半導体装置のモールドパッケージに入れることはできない。また、電磁波の場合は、半導体チップの大きさに比べて、電磁波の波長が長く、半導体チップ内に多数のアンテナを集積してチップ内のデータ伝送に用いるには、チップ面積の増加が大きすぎるという問題があった。また光を用いる方法においても、光送受信部を同一チップ内に多数設け、その光の通過バスを確保することは、それによるチップ面積の増加が大きすぎるという問題があった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このように伝送線路を用いる方法は、伝送線路の面積が大きくなるという問題があった。また電磁波や光を実用的な大きさで空気を媒体として信号伝送する方法は、送受信するアンテナや光送受信部を形成するのが困難であるという問題があった。本発明はこれらの問題を解消し、配線遅延を起こさず、実装の制限を受けない電磁波による信号伝送を行うことができる半導体装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項1に係る本発明の半導体装置は、機能素子あるいは複数の機能素子を含む機能ブロックが形成された半導体基体上に、電磁波の伝送媒体となる誘電体と、該誘電体内に配置され、前記機能素子あるいは前記機能ブ

ロックの配線金属に接続したアンテナとを備え、情報を重畳した電磁波を前記アンテナで送信あるいは受信することにより、前記機能素子あるいは前記機能ブロックの信号伝送を行うことを特徴とするものである。

【0009】請求項2に係る本発明の半導体装置は、請求項1記載の半導体装置において、前記電磁波により伝送される信号は、デジタル回路のクロック信号であることを特徴とするものである。

【0010】請求項3に係る本発明の半導体装置は、請求項1記載の半導体装置において、前記信号伝送は、多重化した信号を伝送することを特徴とするものである。

【0011】また、請求項4に係る本発明の半導体装置の製造方法は、半導体基体上に形成された機能素子あるいは複数の機能素子を含む機能ブロックの配線金属に接続したアンテナを備え、情報を重畳した電磁波を前記アンテナで送信あるいは受信することにより、前記機能素子あるいは前記機能ブロックの信号送信を行なう半導体装置の製造方法において、前記機能素子あるいは前記機能ブロックの配線金属が形成された前記半導体基体上に、少なくとも前記アンテナの長さに相当する厚さの誘電体膜を形成する工程と、該誘電体膜中に、前記配線金属に達する孔を形成する工程と、該孔内に金属を充填し、前記配線金属に接続するアンテナを形成する工程と、該アンテナ及び前記誘電体膜上に、別の誘電体膜を形成する工程とを含むことを特徴とするものである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、第1の発明の半導体装置について説明する。図1は、無線により信号伝送を行なう構成とした本発明の半導体装置の概念図である。種々の機能を持つ機能ブロック1が半導体チップ2上に複数個形成され、半導体チップ2上には、誘電体膜3が形成されている。各機能ブロック1の配線金属あるいは電極(図示せず)上には、誘電体膜3中に延出するように单一のあるいは複数の金属柱が形成され、この金属柱がアンテナ4として機能する。各機能ブロック1には、アンテナ4につながる電磁波の送信部あるいは受信部、又は送受信部が形成されており、情報を重畳した電磁波の送受信によって、各機能ブロック間の信号伝送を行なう構成となっている。

【0013】ここで信号伝送には、誘電体膜3内を伝搬する電磁波が用いられている。そのため、伝送速度はその誘電体膜によって決まる光の速度となり、従来の配線金属を用いた時のようなC.R.時定数で決まる、時間遅れは原理的に生じないことになる。したがって、数GHz以上のデジタル回路のクロック信号を送受信する半導体装置に適用すれば、複数の機能ブロック1間でタイミングのズレがほとんどなくなり、効果が大きい。

【0014】伝送される信号は、周波数多重方式、時間多重方式、スペクトラム拡散変調・復調方式などの通信方式を用いて、多重化して送受信することができる。こ

れにより、複数の機能ブロック間に同一のアンテナでデータ送信を行うことができ、アンテナの数を減らすことができる。また、機能ブロック間で送受信する通信方式を個別に選択することも可能であり、クロストークの問題が生じることもない。

【0015】電磁波の伝送媒体となる誘電体膜は、アルミナ等のセラミック、有機膜などの比誘電率の高い材料を選択することによって、伝送する電磁波の波長を短くすることができ、従来問題となっていた波長が長すぎて、十分な長さのアンテナを確保できず、十分な信号強度が得られないといって、送受信の困難さを減ずることができると同時に、半導体装置外への電磁波の漏洩を防ぐことができる。

【0016】誘電体膜として比誘電率=10の材料を選択した場合、誘電体の電磁波の波長が1/10となる。クロック信号の周波数を10GHzとした場合、空気中での波長は3cmであるが、誘電体膜での波長は3mmとなり、半導体集積チップ上に形成可能な寸法となる。また、占有面積が増大することもなく、効果が大きい。

【0017】なお、図1は概念図を示すものであり、その構造に限定されることはなく、種々変更可能である。たとえば、機能ブロック1間の信号伝送に限定されることはなく、個別の機能素子と機能素子の間の信号伝送や機能素子と機能ブロックとの間の信号伝送であっても良い。またこれらの機能素子、機能ブロックが、同一の半導体チップ上に形成されている必要もなく、別個の半導体チップ上に形成された機能素子、機能ブロックであっても良い。

【0018】本発明の半導体装置は、全ての信号伝送をアンテナにより行う必要はなく、一部の信号伝送は従来の配線金属で行なう構成であっても良いことはいうまでもない。また、図1に示すように、ボンディングパッド5を設けることで、通常の半導体装置同様、たとえばリードフレームにワイヤボンディングされ、樹脂封止することができる。

【0019】次に第2の発明の半導体装置の製造方法について説明する。まず、半導体ウェハ6上に半導体装置を形成する場合について説明する。複数の機能ブロック1が形成され、機能ブロック内あるいはアンテナによる信号伝送を行わない部分を接続する配線金属7が形成された半導体ウェハ6を用意する。この半導体ウェハ6は、最上層の配線金属7は層間絶縁膜8で被覆されており、後工程でアンテナが接続する部分の層間絶縁膜8は除去されている(図2)。

【0020】次に、全面に誘電体膜3を形成する(図3)。ここで、アンテナ形成領域の誘電体膜3の厚さが、少なくともアンテナの長さに相当する厚さとなるように、誘電体膜3の形成厚さが設定される。誘電体膜の形成は、塗布法、ゾルゲルの塗布と焼結により形成する

方法、化学的気相成長法等を用いることができる。誘電体膜3を通常のホトリソグラフ法によりエッチング除去し、アンテナを形成する領域に、アンテナの形状となるように孔9を形成する(図4)。

【0021】孔9内をアンテナとなる金属膜10で充填する。孔内に金属を充填する方法は、全面に金属膜をスパッタ法により形成した後、メッキ法で孔内に金属を充填させる方法や、蒸着法、スパッタ法、化学的メッキ法等を組合せて行うこともできる(図5)。

【0022】次にケミカルメカニカルポリッシング(CMP)法を用いて、誘電体膜3上の金属膜10を除去し、誘電体膜3中に延出する金属柱形状のアンテナ4を形成する(図6)。最後に、誘電体膜3、アンテナ4上に別の誘電体膜11を積層形成し、半導体装置を完成する(図7)。

【0023】このように本発明の製造方法は、通常の半導体装置の製造工程により、簡便に形成することができる。なお、図1に概念図として示した半導体装置では、半導体チップ周辺にポンディングパッドが配置された構造となっているが、このような半導体装置を形成する場合には、上記製造工程に加え、ポンディングパッド周辺の別の誘電体膜11と誘電体膜3を取り除く工程が必要となる。

【0024】次に、半導体ウエハを半導体チップに分割し、実装基板上に実装した後、アンテナを形成する製造方法について説明する。実装基板12上に半導体チップ2が複数個実装されている。上記実施の形態同様、半導体チップ2は、複数の機能ブロック1が形成され、機能ブロック内あるいはアンテナによる信号伝送を行わない部分を接続する配線金属7が形成されている。最上層は層間絶縁膜8で被覆されており、後工程でアンテナが接続する部分の層間絶縁膜8は除去されている(図8)。

【0025】次に、全面に誘電体膜3を形成する(図9)。ここで、アンテナ形成領域の誘電体膜3の厚さが、少なくともアンテナの長さに相当する厚さとなるように、誘電体膜3の形成厚さが設定される。誘電体膜の形成は、塗布法、ゾルゲルの塗布と焼結により形成する方法、化学的気相成長等を用いることができる。誘電体膜3を通常のホトリソグラフ法によりエッチング除去し、アンテナを形成する領域に、アンテナの形状となるように孔9を形成する(図10)。

【0026】孔9内をアンテナとなる金属膜10で充填する。金属膜10を充填する方法は、全面に金属膜をスパッタ法により形成した後、メッキ法で孔内に金属を充填させる方法や、蒸着法、スパッタ法、化学的メッキ法等を組合せて行うこともできる(図11)。

【0027】次にCMP法を用いて、誘電体膜3上の金属膜10を除去し、誘電体膜3中に延出する金属柱形状のアンテナ4を形成する(図12)。最後に、誘電体膜3、アンテナ4上に別の誘電体膜11を積層形成し、半

導体装置を完成する(図13)。

【0028】このように本発明の製造方法は、通常の半導体装置の製造工程により、簡便に形成することができる。なお、図1に概念図として示した半導体装置では、半導体チップ周辺にポンディングパッドが配置された構造となっている。このような半導体装置を形成する場合には、上記製造工程に加え、ポンディングパッド周辺の別の誘電体膜11と誘電体膜3を取り除く工程が必要となる。

【0029】このように、複数の半導体チップを実装基板に実装させた後であっても、半導体チップ上にアンテナや誘電体膜を形成することができるので、同一のプロセスにより形成することができ困難な半導体チップについても、本発明の製造方法を適用することができ、利点が大きい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の半導体装置は、電磁波により信号の送受信を行なう構成とすることによって、配線遅延をなくすことが可能となった。また従来配線が占有していた面積を少なくすることができ、チップコストの削減を図ることができた。

【0031】また、誘電体を電磁波の伝送媒体とすることによって、伝送波長を比誘電率に反比例して短くすることができ、通常の半導体装置に適用可能な構造を提供することができた。

【0032】本発明の半導体装置では、数GHz以上の信号伝送が可能となり、高性能の電子デバイスやその応用機器などを提供できるという利点がある。

【0033】伝送信号は、周波数多重方式、時間多重方式、スペクトラム拡散変調・復調方式などを選択することによって、クロストークを防止することができる。

【0034】本発明の製造方法は、通常の半導体装置の製造工程のみで構成されており、簡便に本発明の半導体装置を製造することができる。

【0035】また本発明の製造方法は、半導体チップを実装基板に実装した後であっても、簡便に本発明の半導体装置を製造することができる。同一のプロセスで形成することができ困難な半導体チップについても、適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の概念図である。

【図2】本発明の半導体装置に製造方法を説明する図である。

【図3】本発明の半導体装置に製造方法を説明する図である。

【図4】本発明の半導体装置に製造方法を説明する図である。

【図5】本発明の半導体装置に製造方法を説明する図である。

【図6】本発明の半導体装置の製造方法を説明する図で

ある。

【図7】本発明の半導体装置の製造方法を説明する図である。

【図8】本発明の別の半導体装置の製造方法を説明する図である。

【図9】本発明の別の半導体装置の製造方法を説明する図である。

【図10】本発明の別の半導体装置の製造方法を説明する図である。

【図11】本発明の別の半導体装置の製造方法を説明する図である。

【図12】本発明の別の半導体装置の製造方法を説明する図である。

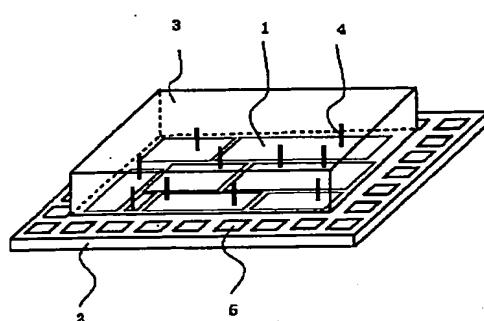
【図13】本発明の別の半導体装置の製造方法を説明す\*

る図である。

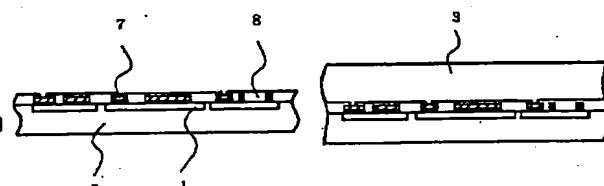
【符号の説明】

- 1 機能ブロック
- 2 半導体チップ
- 3 誘電体膜
- 4 アンテナ
- 5 ボンディングパッド
- 6 半導体ウエハ
- 7 配線金属
- 8 層間絶縁膜
- 9 孔
- 10 金属膜
- 11 別の誘電体膜
- 12 実装基板

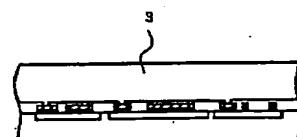
【図1】



【図2】

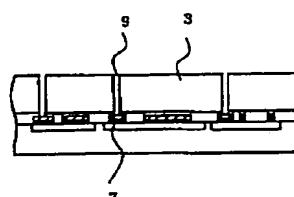


【図3】

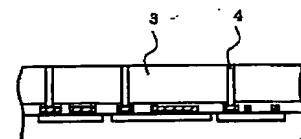


【図7】

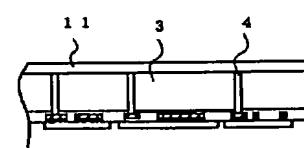
【図4】



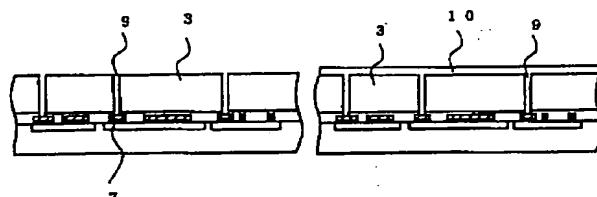
【図5】



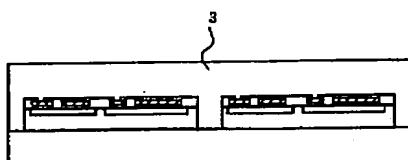
【図6】



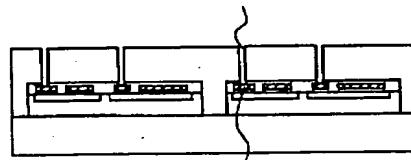
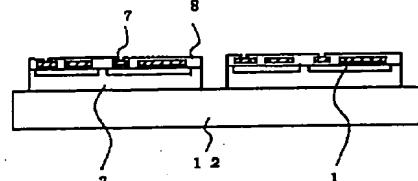
【図10】



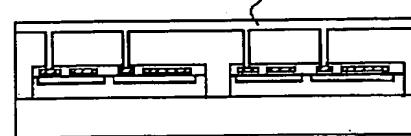
【図9】



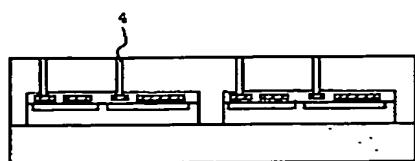
【図8】



【図11】



【図12】



【図13】

